

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 04-237123

(43)Date of publication of application : 25.08.1992

(51)Int.Cl.

H01L 21/302

H01L 21/205

H05H 1/46

(21)Application number : 03-005788

(71)Applicant : ANELVA CORP

(22)Date of filing : 22.01.1991

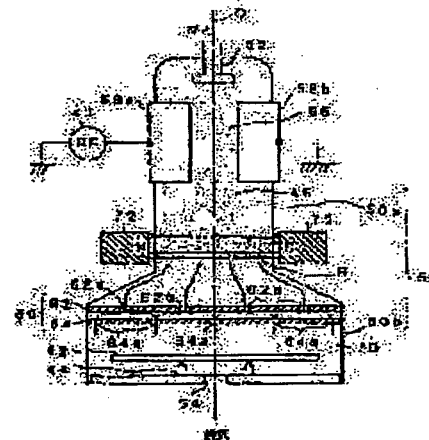
(72)Inventor : NOGAMI YUTAKA

(54) PLASMA PROCESSOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To evenly process a wafer at high releasing rate or etching rate doing little damage thereto by a method wherein an intensive magnetic field is generated while neutral active species provided with high density are passed through the hole made in baffle plates.

CONSTITUTION: Two stage baffle plates 60a, 60b are arranged between a plasma region 56 and a substrate 42. Next, invisible through holes 62a, 62b, 64a, 64b are evenly made in respective baffle plates 60a, 60b. Next, the magnets 72 generating the maximum magnetic field intensity are provided between the baffle plates 60a, 60b and the plasma region 56. In such a constitution, the neutral active species provided with the high density at the maximum magnetic field intensity pass through the holes 62a, 62b, 64a, 64b made in the baffle plates 60a, 60b so as to work on the substrate 42 evenly and in high density.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

特開平4-237123

(43) 公開日 平成4年(1992)8月25日

(51) Int.Cl. ⁴	識別記号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 1 L 21/302		B. 7353-4M		
	21/205	7739-4M		
H 0 5 H 1/46		9014-2G		

審査請求 未請求 請求項の数3 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平3-5788

(22) 出願日 平成3年(1991)1月22日

(71) 出願人 000227294

日電アネルバ株式会社

東京都府中市四谷5丁目8番1号

(72) 発明者 野上 裕

東京都府中市四谷5丁目8番1号 日電ア
ネルバ株式会社内

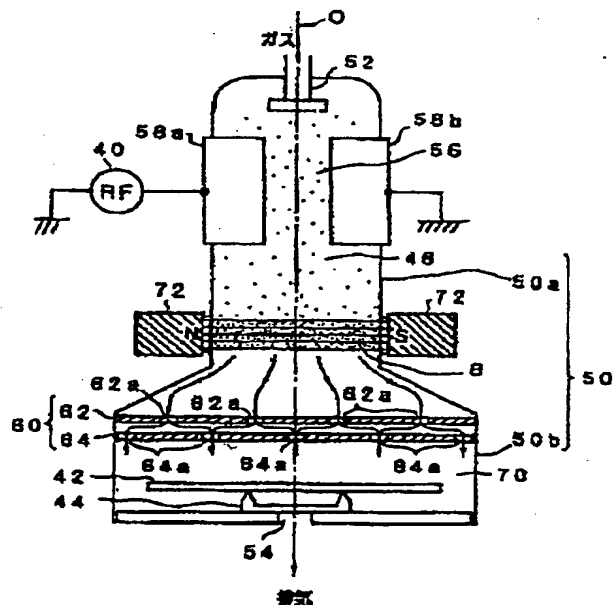
(74) 代理人 弁理士 大垣 孝

(54) 【発明の名称】 プラズマ処理装置

(57) 【要約】

〔目的〕 強磁場を発生させておいて中性活性種を高密度にし、高密度中性活性種をバップル板の穴を通過させて高剥離速度またはエッチングレートでしかも低ダメージでウエハの均一処理を行う。

〔構成〕 プラズマ領域56と基板42との間に二段のバップル板60a、60bを設ける。バップル板にはそれぞれ見通せない貫通孔を62a、62b、64a、64bを均一に設ける。バップル板60a、60bとプラズマ領域56との間に最大磁場強度を発生する磁石72を設ける。最大磁場強度のところでは中性活性種は高密度となり、バップル板60a、60bの貫通孔62a、62b、64a、64bを通り抜けて基板に均一にかつ高密度で作用する。



この発明の要部断面図

【特許請求の範囲】

【請求項1】 真空排気できる処理容器と、該処理容器に設けたプロセスガス用のガス導入部およびガス排気部と、該処理容器のガス導入部側に設けられ前記プロセスガスのプラズマ領域を形成するためのプラズマ発生装置と、該処理容器内の、ガス排気部側の処理領域に設けられ被処理対象を載置する載置部とを具える、プラズマ分離型のプラズマ処理装置において、前記プラズマ領域と前記載置部との間に設けたバッフル機構と、前記プラズマ領域と該バッフル板との間の空間内であって前記ガス導入部側からガス排気部側への前記プロセスガスの流れに直交する方向に、常時、磁場を形成する磁場発生装置とを具え、前記バッフル機構は、二枚以上のバッフル板を具え、各バッフル板はそれぞれ多数の貫通穴を有しており、各バッフル板は前記プロセスガスの流れに沿う方向に二段以上配設してあり、該二段以上に配設された、順次の二つのバッフル板の貫通穴は、前記プラズマ放電領域から前記載置部側を直接見通すことができない位置に、バッフル板毎にずらせて、設けてあることを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項2】 請求項1のプラズマ処理装置において、前記磁場発生装置を、前記処理容器の外側であって該磁場発生装置が形成する磁場の強度が前記バッフル機構に対しプラズマ放電領域側で最大となる位置に、設けたことを特徴とするプラズマ処理装置。

【請求項3】 請求項1のプラズマ処理装置において、前記磁場発生装置が形成する磁場は、前記プラズマ放電領域と前記バッフル機構との間で最大強度を有しかつこの最大強度の領域から前記プラズマ領域側へ向けて負の磁場強度勾配を有していることを特徴とするプラズマ処理装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、放電で生じた反応種を用いて被処理対象の剥離或いはエッチングを行なうプラズマ分離型（ダウンストリームタイプと称する）のプラズマ処理装置の構成に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来のこの種の装置の典型的な概略構造を第2図に示す。この従来装置は、第2図に示すように処理容器である石英チャンバ10の上方に設けたガス導入部12を通してチャンバ10内にプロセスガスを供給する。このチャンバ10の、ガス導入部12とは反対側にガス排気部14を具え、このガス排気部14の側のチャンバ10内にウエハ載置部16を具えている。ウエハ載置部16上に載置した被処理対象物であるウエハ18より離れたところに設定されたプラズマ領域20で活性ガス22を生成する。この従来装置では、チャンバ10のガス導入部12側に、高周波電極24を設け、これにRF電源26からRFパワーを供給して導入されたガス

をプラズマ化して活性ガス22を生成している。ここで生成された活性ガス22には、中性活性種の他にウエハ18の被エッチング面にダメージを与える荷電粒子（以下、単にイオンという場合がある）も多量に含まれている。

【0003】 従来のダウンストリームタイプのプラズマ処理装置では、被処理ウエハ18をこのプラズマ領域20から離れたところに配設し、このように配設することによって、被処理ウエハ18とプラズマ領域20との間を被処理ウエハ18側へ輸送されてくるガス粒子が互いに衝突を繰り返して荷電粒子を急速に減少させている。

【0004】 このようにして被処理ウエハ18に到達する荷電粒子を減少させることによって、被処理ウエハ18に対するダメージの少ないプラズマ処理をしようとするものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、このような従来の装置は、放電の制御性が容易であることを理由に、多くが高周波放電（13.56MHz）に依っていた。しかし、RF励起プラズマにおいては、電離度が $10^{-4} \sim 10^{-3}$ と低いと、電離度と増加関数の関係にある中性活性種の密度も低いという欠点があった。

【0006】 また、ウエハ18への荷電粒子の飛来（到達）の阻止を、プラズマ領域20からウエハ18に至る間の空間で生じる粒子の消滅のみに頼っているので、まだまだウエハ18へ到達する荷電粒子の量が多い。また、LSIを4Mとか16Mとかに高集積化するに従って例えばMOSトランジスタのゲート酸化膜も15~20nmとか10nm以下とかの薄い膜となることが予想され、このような薄い膜であると耐圧もそれぞれ15~20Vとか10V以下となる。このような場合、たとえ荷電粒子エネルギーが小さいとされているマイクロ波生成プラズマを用いたとしても、そのイオンエネルギーは10~20eVとなるため、ゲート酸化膜が衝突イオンによって絶縁破壊を受ける確率が高かったり、或いは衝突イオンによってゲート酸化膜が損傷を受けるので製造されたLSIのしきい値が変動したりする欠点がある。

【0007】 このような、被処理対象物に対する荷電粒子の衝突をできるだけ低減するようにするため、本出願人の発明者は、特願昭63-224121号（特開平2-72620号公報）において、プラズマ領域側から被処理対象を直接見通せないように、1枚の円板と、この円板の直径よりも小さい内径を有しかつ外径がチャンバの内径と一致させた1枚のドーナツ状板とを、互いに離間させて階段状に2枚重ねて配設させた構造のバッフル機構を提案している。図3は、この提案された装置の概略的構造を説明するための図で、図2に示した構成成分に対応した構成成分には図2の場合と、同じ番号を付して示してあり、その説明を省略する。この図3に示す構成例では、バッフル機構を28で示し、このバッフル機

構28を設けたことにより被処理対象物18側に出来た反応領域を30で示す。そして、バッフル機構28を構成する円板を28aとし、またドーナツ状板を28bで示す。

【0008】しかし、この円板28aとドーナツ状板28bとの組合わせであると、荷電粒子がバッフル機構28を介して被処理対象物18側へ流れ込む量は著しく低減するが、レジストの剥離や薄膜のエッチングに必要な中性活性種の、被処理対象物18上での分布が、ドーナツ状となってしまい、このため中性活性種を被処理対象物(例えばウエハ)18上で均一化することが困難であった。

【0009】この発明の目的は、高剥離速度または高エッチングレートで、低ダメージで被処理対象物の処理が可能で、しかも、被処理対象物上で中性活性種の分布が一層均一化するように構成した、ダウンストリームタイプのプラズマ処理装置を提供することにある。

【0010】

【課題を解決するための手段】この目的の達成を図るため、この発明のプラズマ処理装置によれば、真空排気できる処理容器と、この処理容器に設けたプロセスガス用のガス導入部およびガス排気部と、この処理容器のガス導入部側に設けられプロセスガスのプラズマ領域を形成するためのプラズマ発生装置と、この処理容器内の、ガス排気部側の処理領域に設けられ被処理対象物を載置する載置部とを具える、プラズマ分離型のプラズマ処理装置において、プラズマ領域と載置部との間に設けたバッフル機構と、プラズマ領域とこのバッフル機構との間の空間内で前述のガス導入部側からガス排気部側へのプロセスガスの流れに直交する方向に、常時、磁場を形成する磁場発生装置とを具え、バッフル機構は、二枚以上のバッフル板を具え、各バッフル板はそれぞれ多数の貫通穴(孔)を有しており、各バッフル板は前述したプロセスガスの流れに沿う方向に二段以上配設してあり、これら二段以上配設された順次の二つのバッフル板の貫通穴(孔)は、プラズマ放電領域から載置部側を直接見通すことができない位置に、バッフル板毎にずらせて、設けてあることを特徴とする。

【0011】また、この発明の好適実施例によれば、磁場発生装置を、処理容器の外側であってこの磁場発生装置が形成する磁場の強度がバッフル機構に対しプラズマ放電領域側で最大となる位置に、設けるのが良い。

【0012】さらに、この発明の実施に当り、好ましくは、磁場発生装置が形成する磁場は、プラズマ放電領域とバッフル機構との間で最大強度を有し、かつ、この最大強度の領域からプラズマ領域側へ向けて負の磁場強度勾配を有するのが良い。

【0013】ここで、上述したバッフル機構とは、プラズマ粒子(プラズマには通常、プロセスガスと、中性活性種と、イオンや電子の荷電粒子とが含まれている)が

直線的に飛行して載置部に載置された被処理対象物に衝突しないように、プラズマの直線的流れを実質的に阻止する構造体である。

【0014】また、上述した被処理対象物としては、いわゆるシリコンウエハ等といった処理前の基板はもとより、基板に対し素子を作り込むための何等かの膜の形成や或いは何等かの加工処理が行なわれた状態にあるものや、或いはまた、基板に素子を作り込まれている状態のものをも含む。従って、ここで直接処理される対象は、基板自体であったり、基板上に設けられたフォトリソトであったり、その他の層や膜であったりする場合がある。

【0015】

【作用】この発明のプラズマ処理装置の構造によれば、常時、磁場がプロセスガスの上流側のプラズマ領域とプロセスガスの下流側のバッフル機構との間でプロセスガスの流れに直交する方向に形成されるので、この磁場により当該磁場に直交する方向に荷電粒子(イオン)がドリフト運動を生じ、そのため荷電粒子をプロセスガスの流れに対し直交する方向、従って、処理容器の管壁側へと流すことができ、従って、プロセスガスの下流側へのイオンの流出を減少させることができる。

【0016】また、この磁場の最大磁場(磁場強度が最大であること)位置をバッフル機構よりプラズマ領域側、従って、プラズマ発生側に位置させ、そして、好ましくは、プロセスガスの上流側へと負の磁場強度勾配を形成しておいたとき、プラズマ領域に漏れた弱い磁場のため、或いは、意図的にプロセスガスの流れに対し直交する方向に弱い磁場を印加すれば、荷電粒子はサイクロトロン運動を行い、そのため、ガス粒子の衝突回数を高めて電離度を高め、その結果、電離度と増加関数の関係にある中性活性種の密度を高めることができる。

【0017】そして、プラズマ領域と載置部との間にバッフル機構が設けてあるので、このバッフル機構を構成する各バッフル板体には、各バッフル板毎の穴位置を、プロセスガスの直進を妨げるように、ずらせて設けてあるので、プロセスガスの流れに沿って流れるイオンが被処理対象物に到達するのを阻止することができる。

【0018】一方、中性活性種は、イオンや電子とは異なり、磁場に影響されない。従って、処理容器内を自由移動し、排気による流れに沿ってバッフル機構の各バッフル板に多数、平面的に分布させて設けた貫通穴を通り、被処理対象物に到達する。既に説明した通り、磁場によりガス粒子の電離度が高いので、被処理対象物に到達する中性活性種の量も多い。また、被処理対象物上での中性活性種の分布も従来より一層均一化することができる。

【0019】以上の訳で、被処理対象物に荷電粒子によるダメージを与えることなく、被処理対象物を高剥離速度或いは高エッチングレートでしかも均一に処理するこ

とが可能となる。

【0020】

【実施例】以下、図面を参照して、この発明の実施例につき説明する。

【0021】尚、図は、この発明が理解できる程度に各構成成分の形状、大きさおよび配置関係を示してあるにすぎず、従って、この発明の図示例にのみ限定されるものではない。

【0022】第1図は、この発明のプラズマ処理装置の構造の一実施例の概略図であって、その要部を断面で示してある。このプラズマ処理装置は、一例として、管径の小さい上側部分50aと、管径の大きい下側部分50bとからなる円筒状の処理容器（チャンバ）50を具えている。この処理容器50は好ましくは石英で形成してある。この処理容器50の部分50aの上部にはプロセスガス供給パイプおよびそのガスの噴射穴が形成されているガス導入部52を具えている。

【0023】また、処理容器50の下側部分50bの底部には、プロセスガス等を排気して処理容器50内を真空排気できるガス排気部54を具えている。

【0024】さらに、この処理容器50の上側部分50aの内側にプラズマ領域56を形成するため、例えば、この処理容器50の外側に一对の高周波（RF）電極58aおよび58bを設ける。この電極58a、58bに高周波（RF）電源40から高周波（RF）パワーを供給し、処理容器50内のプロセスガスをプラズマ放電させる。

【0025】さらに、処理容器50の下側部分50bのガス排気部54側にガス排気に支障をきたさないようにして、被処理対象物42、例えば、基板（またはウエハ）を載置する載置部44を設けてある。これまで説明した各構成成分50（50a、50b）、52、54、56、58、40および42は、既に図2を参照して説明した従来の構成と実質的に変わらないので、その詳細な説明を省略する。

【0026】この発明においては、処理容器50内にバッフル機構60（62、64）を設ける。このバッフル機構60は、既に従来の技術の項で説明した通り、被処理対象物例えばウエハ42にプラズマ粒子46がプラズマ領域56から直線的に飛来して衝突するのを阻止するための構造体であるので、このバッフル機構60をプラズマ領域56と載置部44との間の適当な位置に設ける。この実施例では、このバッフル機構60を二枚のバッフル板62および64で構成する。これらバッフル板62および64は、それぞれ複数の貫通穴62aおよび64aが形成された円板状のバッフル板体となっている。これらバッフル板62および64を管径大なる下側部分50b中に設けるか一方の円板状のバッフル板体62をプラズマ領域56側に設ける。他方のバッフル板体64をこれと管軸O方向（これはプロセスガスの流れる

方向でもある）に離間して載置部44側に設ける。

【0027】この場合、一方のバッフル板体62の貫通穴62aと他方のバッフル板体64の貫通穴64aは、荷電粒子が直進して両穴62aおよび64bを通り抜けることがないように、管軸O方向に前後に並ぶ穴同志が重なり合わないよう、これら二枚の板体62および64を二段に配設してバッフル機構60を構成している。

【0028】両バッフル板体62および64は、それぞれの貫通穴62aおよび64aを互いに、適当な材料からなる支柱（図示せず）で連結させてこの支柱を処理容器50内の適当箇所に固定してもよい。また、これらバッフル板62および64を図示例のように処理容器50の内壁と摩擦係合させてもよい。

【0029】このように、載置部44と、プラズマ領域56との間にバッフル機構60を設けてあるので、載置部44に被処理対象物42を載置した場合、プラズマ領域56側から管軸O方向に従って、プロセスガスの流れに沿う方向に被処理対象物42を見ようとしても、被処理対象物42はこのバッフル機構60（62、64）の背後に隠れて位置することになる。従って、プラズマ放電領域56で生成されたプラズマ粒子が直線的飛行を行なっても、バッフル機構60で跳ね返るか、そこで消滅するため、直接、被処理対象物42に衝突する恐れはない。

【0030】このバッフル板体62および64は、プラズマ粒子が衝突しても、重金属等の汚染物質を発生しないような材質の材料、好ましくは、セラミックス或いは高純度石英で形成するのがよい。尚、このバッフル機構60の構造および設置方法は、上述した実施例に限られず、設計に応じた任意の構造および設置方法であってよい。

【0031】図4の（A）および（B）は、上述した二枚のバッフル板体62および64を、管軸Oの方向従ってプロセスガスの流れの上流側から下流側へ方向に、二段に離間して設けた場合のそれぞれの貫通穴62aおよび64aの状態の説明図である。

【0032】図4の（A）に示す例では、それぞれのバッフル板体62および64に同一径の貫通穴62aおよび64bを縦横に等間隔に配列した状態にあり、実線で示す貫通穴62aと破線で示す貫通穴64aとは互いに平行移動させた位置関係となるように、位置をずらせて設けてあるため、貫通穴62側から貫通穴64を見通しできない構成となっている。

【0033】図4の（B）に示す例では、バッフル板体62および64の中心軸（管軸Oと一致する）の周りの同心円上にそれぞれ貫通穴62bおよび64bを設けてあり、実線で示す貫通穴62bと破線で示す貫通穴64bとは、互いに中心軸の周りを回転移動させた位置関係となるように、貫通穴の位置をずらせて設けてあるため、一方の貫通穴62bから他方の貫通穴64bを見通

7

せない構成となっている。この実施例では、同一の同心円上の貫通穴62bおよび64bの径は同一であるが、中心から離れるに従って径を大きくしてある。これはウエハの径が大きくなるに従って、単位径長当りのエッチング面積が増大することを考慮したからである。

【0034】尚、上述した実施例では、貫通穴(62a、64a; 62b、64b)の二つの例につき説明したが、これら貫通穴にのみ限定されるものではなく、被処理対象物上でプロセスガスが一樣に分布するように、それらの個数、形状、配列および径の大きさ等を、設計に応じて任意に設定すれば良い。

【0035】ところで、このようなバッフル機構60を処理容器50内に設けただけでは、プラズマ粒子は、ガス排気に伴う流れに沿って輸送されて容器50から排気される。このため、プラズマ粒子は、プラズマ領域56からバッフル機構60の貫通穴62a、64aを通過してバッフル機構60と載置部44との間の空間(処理領域または反応領域と称する)70に流れ込み、従って、プラズマ粒子中の特にイオンが載置部44に載置された被処理対象物42に衝突し、これを不所望にも損傷させてしまうおそれがある。

【0036】そこで、この発明では、このバッフル機構60に加えて、プラズマ粒子中の荷電粒子(イオンや電子)をプロセスガス流の流れる方向から処理容器50の内壁側へと移動させるようにするため、定常磁場Bを発生する磁場発生装置72を設けている。

【0037】この磁場発生装置72は、マグネットコイルを以って構成しても良いし、永久磁石で構成しても良い。これらを処理容器30の外周囲に、管軸Oに直交させて、配設する。このとき、重要なことは、この定常磁場を少なくともプラズマ領域56とバッフル機構60との間の空間で、プロセスガスの流れに沿う方向に対し直交する方向にこの定常磁場Bを形成するように、磁場発生装置72を設けることである。従って、この実施例では、例えば、磁場発生装置72を、一方の磁極Nと他方の磁極Sとが管軸Oに直交する方向に沿って互いに対向するように、管径の小さい上側部分50a側、従って、バッフル機構60の位置よりもプラズマ放電領域56側に、設ける。この磁場発生装置72によって形成される磁場の強度分布は、磁極NとSとが対向している領域で最大となっており、その最大領域からプラズマ放電領域56側およびバッフル機構60側へと負の磁場強度勾配となっている。この実施例では、この負の磁場強度勾配は管軸Oの方向従ってプロセスガスの排気による流れに沿う両方向に存在する。尚、ここでは、磁場の方向は、図示例の方向に限定されるものではなく、管軸Oに直交する面内でいずれの方向に向いていても良い。または磁場は回転磁場であっても良い。尚、この磁場発生装置72は、好ましくは、外部への磁場の漏れを少なくするために、処理容器50の周囲に外部磁路を設けて閉磁路を

8

形成する構成とするのがよい。

【0038】この実施例のプラズマ処理装置を動作させるには、まず、被処理対象物であるウエハ42を載置部44に載置する。そして、図示しない排気系により処理容器である石英チャンバ50内を排気すると同時に、磁場発生装置72により上述したような流れと直交する方向の定常磁場Bを生成する。この定常磁場Bは直流磁場または回転磁場である。この磁場発生装置60を永久磁石で形成している場合には、この磁場は恒久的に生成されている。そして、図示しないマスフローコントローラまたはマスフローメータによって流量制御されたプロセスガスを、ガス導入部52を通してチャンバ50内に供給する。

【0039】今、ここで、高周波電極58a、58bに高周波を印加すると、プラズマ領域56でプラズマ粒子(イオン、電子および中性活性種)が生成される。プラズマ粒子を図中、ドット46で代表して示す。そのうちの中性活性種は、磁場の影響を受けずに自由運動をするので、ガス排気に応じた粒子流となってプラズマ領域56から、下流のバッフル機構60の各バッフル板体62および64に設けた貫通穴62aおよび64aを通り抜けて反応領域70に流入し(図中、実線矢印で示す)、選択的にウエハ42の表面に到達する。その結果、例えばウエハ上のレジスト除去を行う場合には、ダメージの少ないレジスト剥離が行なえる。

【0040】この発明のプラズマ処理装置の実施例では、上述したような構造になっているので、イオンのウエハ42の表面への入射は、定常磁場Bおよびバッフル機構60の2つの要素により抑止されると同時に、高密度な中性活性種によりウエハを処理することが可能となる。以下、この点につき説明する。

【0041】まず、図5の(A)～(D)を参照して、プラズマ放電領域56より下流側でしかもバッフル機構60より上流側に磁場強度最大領域が位置し、それからプロセスガスの流れに沿って流れの上流方向に負の磁場強度勾配を有する印加磁場の効果につき説明する。今、図5の(A)に示すように磁場Bは紙面の裏面から表面へ向けた方向とし、磁場強度勾配 $grad|B|$ は、紙面の裏面から下側への向きとする。荷電粒子(イオン)の進行方向に対し垂直方向に磁場Bが存在する場合には、直進運動して来た正または負に帯電した荷電粒子はその磁場Bに捕えられるが、更にそれに垂直方向に磁場強度勾配 $grad|B|$ が存在する場合には、その回転運動のラーモア半径Rは、後掲する表1に示した(1)式で表わせるように、磁場強度に反比例するため、荷電粒子は磁場および磁場強度勾配の双方に垂直方向にドリフト運動を生ずる。

【0042】図5の(B)にその様子を示す。正および負に帯電した荷電粒子(図中、正の荷電粒子は+を○で囲んで示し、負の荷電粒子には-を○で囲んで示してあ

る。)は、それぞれ B と $\text{grad} | B |$ の形成する面と直交する方向に、互いに反対方向に、それぞれ図5の(C)および(D)に示すように回転しながら、ドリフトする。この場合、そのドリフト速度は、後掲する表1に示した(2)式で与えられる。従って、図1に示す例では、磁場の向きが紙面の左から右となっているので、荷電粒子は紙面の表から裏またはその逆の方向にドリフト運動を生じ、被処理ウエハ42の表面に荷電粒子が達するのを押えることが出来る。この実施例においては適用しなかったが、プラズマ放電領域56に弱い磁場の漏れがある場合あるいは意図的にプロセスガスの流れに垂直方向に弱い磁場を印加すれば、荷電粒子は放電領域56においてもサイクロトロン運動を行い、それに伴う衝突回数の増加によって電離度が高まる。その結果、反応領域70においてより高い密度の中性活性種を得ることができ、被処理ウエハ42をより大きな剥離速度あるいはエッチレートで処理することが可能となる。

【0043】但し、排気に基づく、プロセスガスの流れに対し垂直な方向に磁場を印加した場合、チャンバ50の内壁には荷電粒子が多量に衝突するので、材質によっては重金属等がたたき出されて、チャンバ内が汚染される可能性がある。このため、汚染が許されないようなプロセスに使用する場合には、少なくとも磁力線とチャンバ内壁が直交に近い角度で交わる部位には、重金属、アルカリ金属等の含有量が極めて少ない高純度石英あるいはセラミックスを使うことが望ましい。

【0044】このような、プロセスガスの流れに垂直な磁場による作用を受けても尚もこの最大磁場強度の領域から漏れてきた高速の荷電粒子が被処理ウエハ表面に達するのを阻止するために、既に説明したバッフル機構60を設けてあり、このバッフル機構60によって荷電粒子が処理領域70へ流入するのをできるだけ阻止するようにしてある。

【0045】この発明は、上述した実施の構造にのみ限定されるものではなく、多くの変形または変更を行ない得ること明らかである。例えば、バッフル機構の構造としては、第1図を参照して説明したような二段構造のものでなくとも良く、磁場に閉じ込められずに流出した荷電粒子が直線的に被処理対象物に飛来するのを阻止し、かつ、少なくとも中性活性種は迂回通過して反応領域へ流れ込むことができるような、適当な貫通穴を有する、

遮蔽ブロック、壁または板のような設計に応じた任意の構造とすることができる。

【0046】また、磁場発生装置72としては、少なくともプラズマ領域とバッフル機構との間の空間で、プロセスガスの流れに沿う方向と直交する方向に、常時、磁場を形成する磁場発生装置であれば、その構成および配置形態は、任意に設定して良い。従って、マグネットコイル或いは永久磁石を用いても良い。磁場方向が回転する磁場であってもよい。

10 【0047】また、上述した実施例では、処理容器50を管径の小さい上側部分50aと、管径の大きい下側部分50bとで以って構成した、第1図に断面で示すような形状の容器としたが、容器の形状はこれに何等限定されるものではなく、容器内にプラズマ領域と反応領域とその間にバッフル機構を配設できるスペースがある容器であれば容器形状は任意の形状であっても良い。

20 【0048】或いはまた、容器自体は反応領域と、バッフル機構を配設できるスペースとを具え、プラズマ領域を容器と連通した他の容器内に形成するようにした構造であっても良い。

【0049】

【発明の効果】上述した説明からも明らかなように、この発明のプラズマ処理装置によれば、バッフル機構より上流側に磁場強度が最大となる磁場とプラズマ発生部から被処理対象物を直接見通せないような立体構造を持つバッフル機構の協調作用により、バッフル機構の下流域の反応領域にイオン混入度の低い高密度中性活性種を得ることができ、高剥離速度またはエッチングレートでしかも低ダメージで被処理対象物の処理が実現できる。

30 【0050】また、バッフル機構を構成する各バッフル板体に、被処理対象物上でプロセスガスが実質的に均一に分布するように、貫通穴を多数設けてあるので、均一の処理を行わせることが可能となる。従って、この発明のプラズマ処理装置は、レジストのアッシング、等方性エッチング等プラズマを利用して中性活性種を生成し、中性活性種を利用する広汎なプラズマ処理分野に利用できる。

【0051】

【表1】

40 【0052】

$$R = \frac{v_{\perp} m}{q B} \quad \dots (1)$$

但し、

v_{\perp} : 磁場に垂直な荷電粒子の速度成分

m : 荷電粒子の質量

B : 磁束密度

q : 荷電粒子の電荷

$$v_G = - \frac{M}{q B^3} \nabla \left(\frac{B^2}{2} \right) \times \vec{B} \quad \dots (2)$$

但し、

v_G : ドリフト速度

$$M = \frac{1}{2} m v_{\perp}^2 / B$$

【図面の簡単な説明】

【図1】この発明のプラズマ処理装置の一実施例の説明に供する、要部の概略的部分断面図である。

【図2】従来のプラズマ処理装置の断面図である。

【図3】従来のプラズマ処理装置の断面図である。

【図4】(A) および (B) は、この発明のプラズマ処理装置に使用するバッフル板体の説明に供する図である。

【図5】(A) ~ (D) は、この発明のプラズマ処理装置の動作の説明に供する図である。

【符号の説明】

40 : 高周波電源
42 : 被処理対象物
44 : 載置部

46 : プラズマ粒子

50 : 処理容器

50a : 管径の小さい上側部分

50b : 管径の大きい下側部分

52 : ガス導入部

54 : ガス排気部

56 : プラズマ領域

58a、58b : 高周波電極

60 : バッフル機構

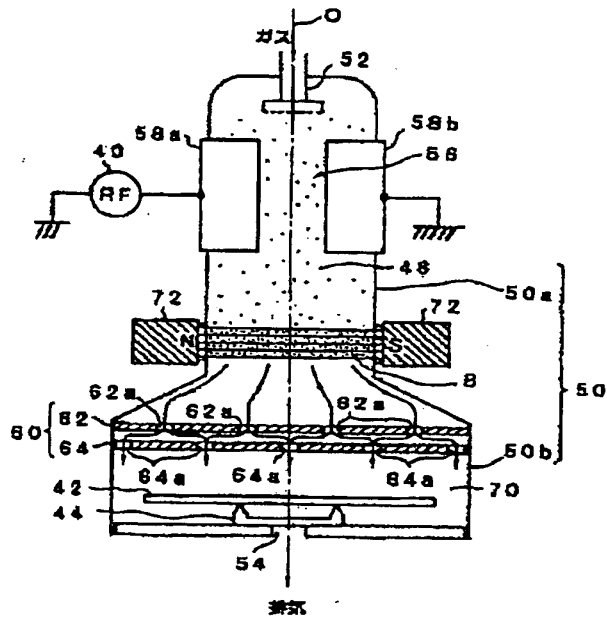
60a、60b : バッフル板体

62a、62b、64a、64b : 貫通穴 (または貫通孔)

70 : 反応領域

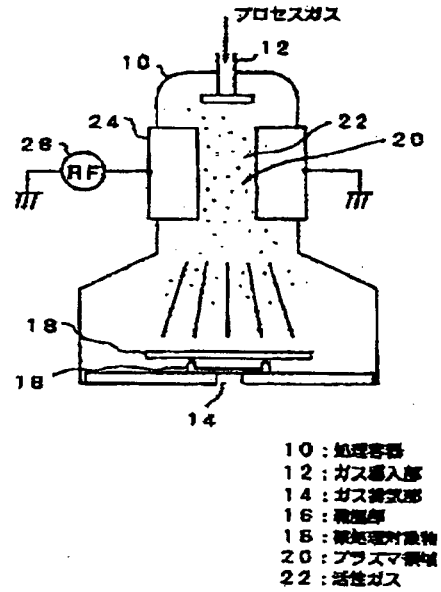
72 : 磁場発生装置

【図1】



この発明の装置断面図

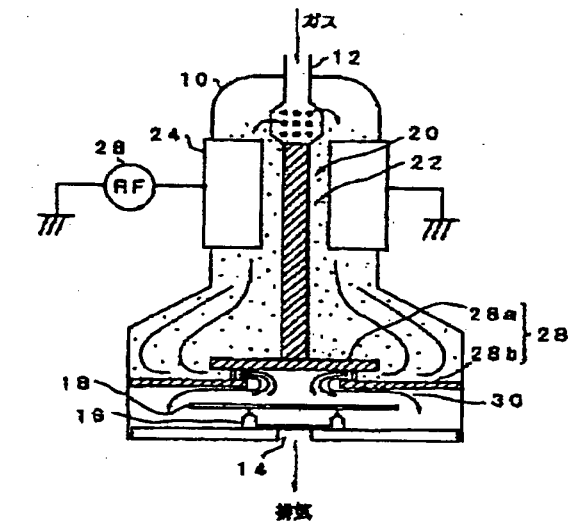
【図2】



- 10: 処理容器
- 12: ガス導入部
- 14: ガス排気部
- 16: 載置部
- 18: 被処理物
- 20: プラズマ領域
- 22: 活性ガス

従来のプラズマ処理装置の断面図

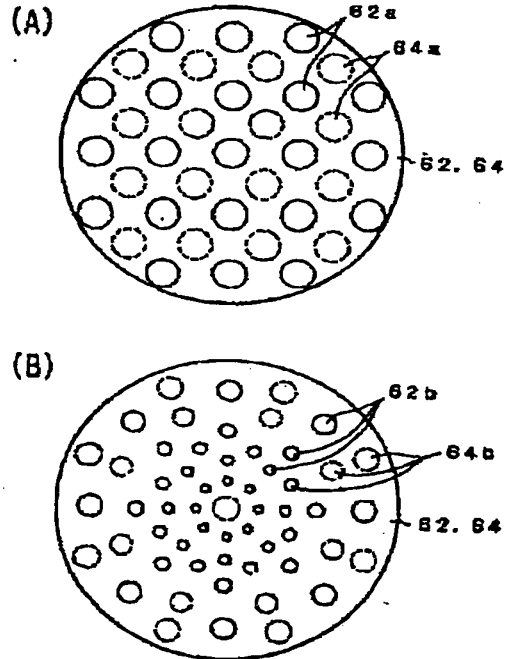
【図3】



- 20: プラズマ領域
- 22: 活性ガス
- 28: バッフル機構
- 30: 反応領域

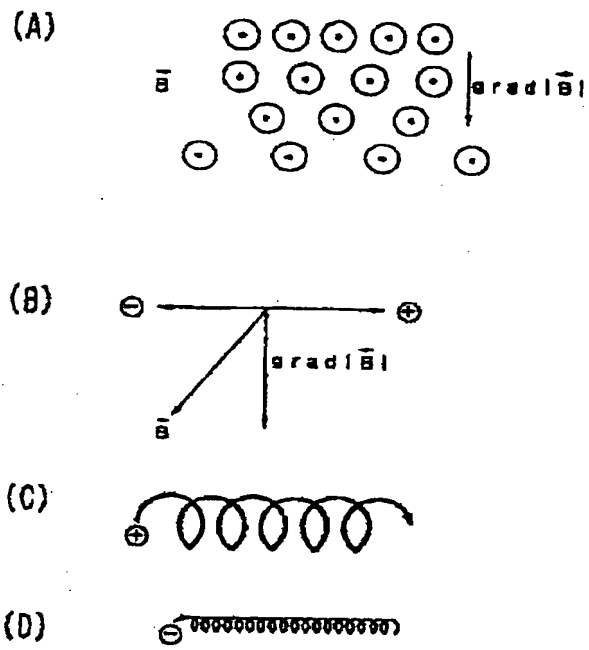
従来の装置図

【図4】



バブル構造の断面図

【図5】



この発明のプラズマ処理装置の動作説明図